

磁束収束型リニア誘導モータの動作特性解析に関する研究

秋山 陽介¹・山田 外史²・岩原 正吉²

¹〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学自然科学研究科電子情報システム専攻； ²〒920-8667 金沢市小立野 金沢大学自然計測応用研究センター

Yosuke AKIYAMA¹, Sotoshi YAMADA² and Masayoshi IWAHARA² : Performance analysis of a flux-concentration type linear induction motor using three-phase unbalanced equivalent circuit

1. まえがき

磁束収束型リニア誘導モータ (FCLIM) は渦電流による磁束収束作用を利用して、リニア誘導モータ (LIM) の欠点であるスロット間の漏れ磁束を減少できる。また LIM の特性解析を行う場合、三相の不均衡により通常用いられる三相を平衡と仮定した等価回路では正確な解析結果を得ることができないため、三相の不均衡を考慮した等価回路を用いる必要がある。本研究では FCLIM と従来型 LIM について推力特性を測定し、また三相不平衡等価回路パラメータを用いた特性解析を行うことにより両者の特性を比較する。

2. FCLIM の構造と磁束収束作用

図 1 に FCLIM の構造を示す。励磁コイルに三相交流を印加することで、ギャップに移動磁界を生ずる。モータには 12 個のスロットがあり、各々巻数 38 の励磁コイルと導体板が収められている。導体板による磁束収束作用を図 2 に示す。導体板には中心にホール、径方向にスリットを設けてあり、磁界の印加に対して発生する渦電流はホールに沿って流れ、導体板に磁束が浸入するのを妨げる。また、この渦電流により発生する磁界はホール内に収束されるため、ホール内の磁束を増加させることができる。これを磁束収束作用という。

3. FCLIM の三相不平衡等価回路

従来型 LIM は一般的に用いられている回転型誘導機と同様の等価回路によって解析を行うことができる。FCLIM では導体板を励磁コイルの間に挿入するため、導体板は一次漏れ磁束と鎖交する。従って導体板の等価回路は従来型 LIM の等価回路において一次漏れリアクタンスと並列に接続され、FCLIM の一相分の等価回路は Fig. 3 のようになる。

通常の等価回路法では、図 3 に示す等価回路が三相とも同じパラメータ値で存在すると仮定して解析を行う。しかし実際は一次側が有限であることや、入力電圧が不平衡であることなどにより各相のパラメータ値は異なる値となる。そこでこの不平衡を表現する等価回路を Fig. 4 に示す。

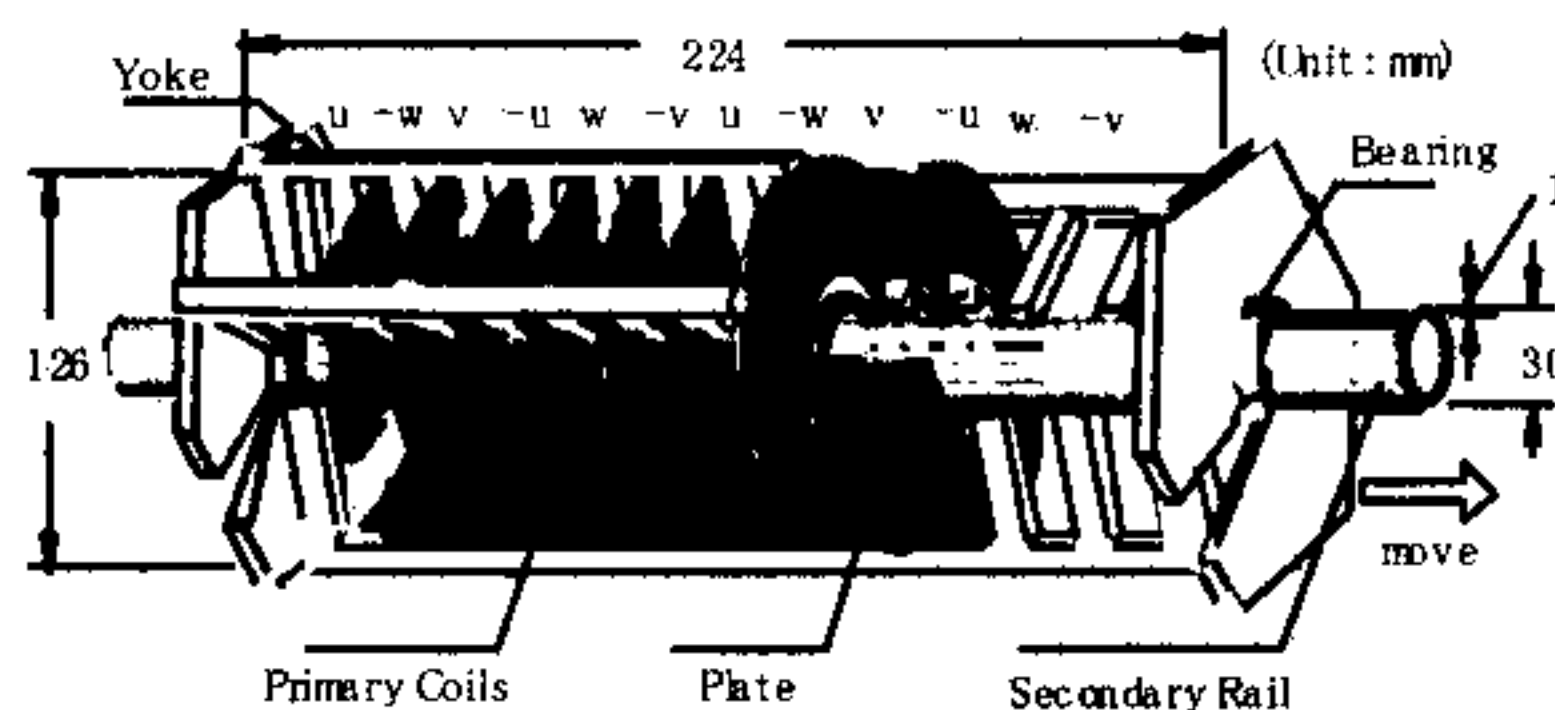


図 1. FCLIM の構造

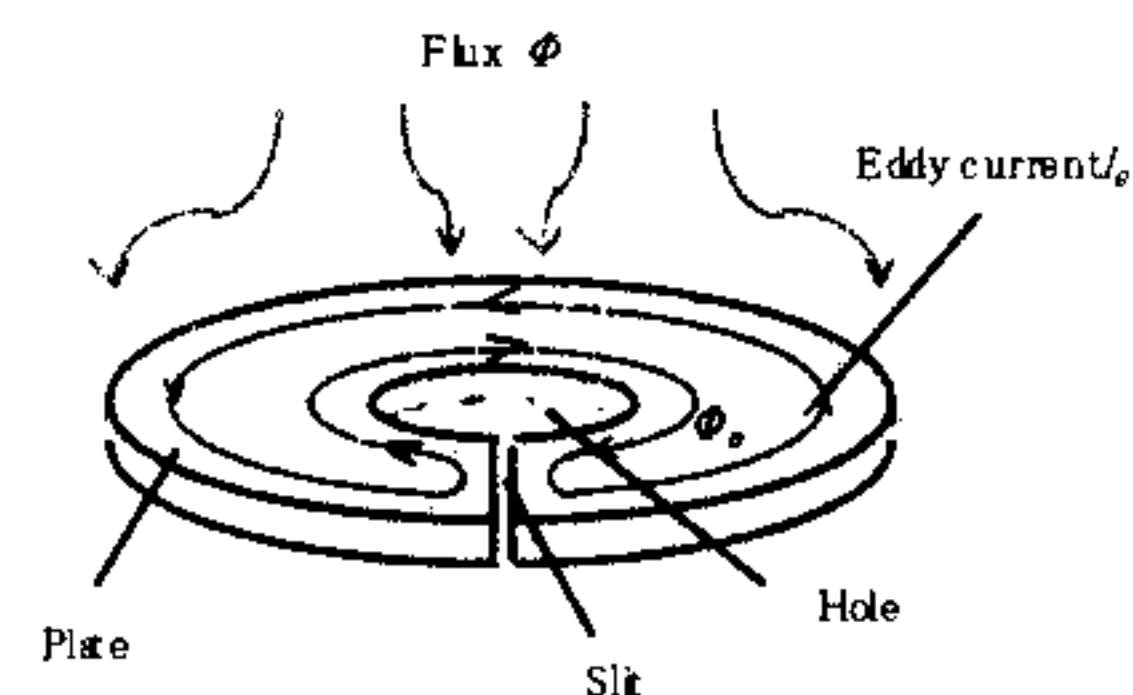


図 2. 導体板による磁束収束作用

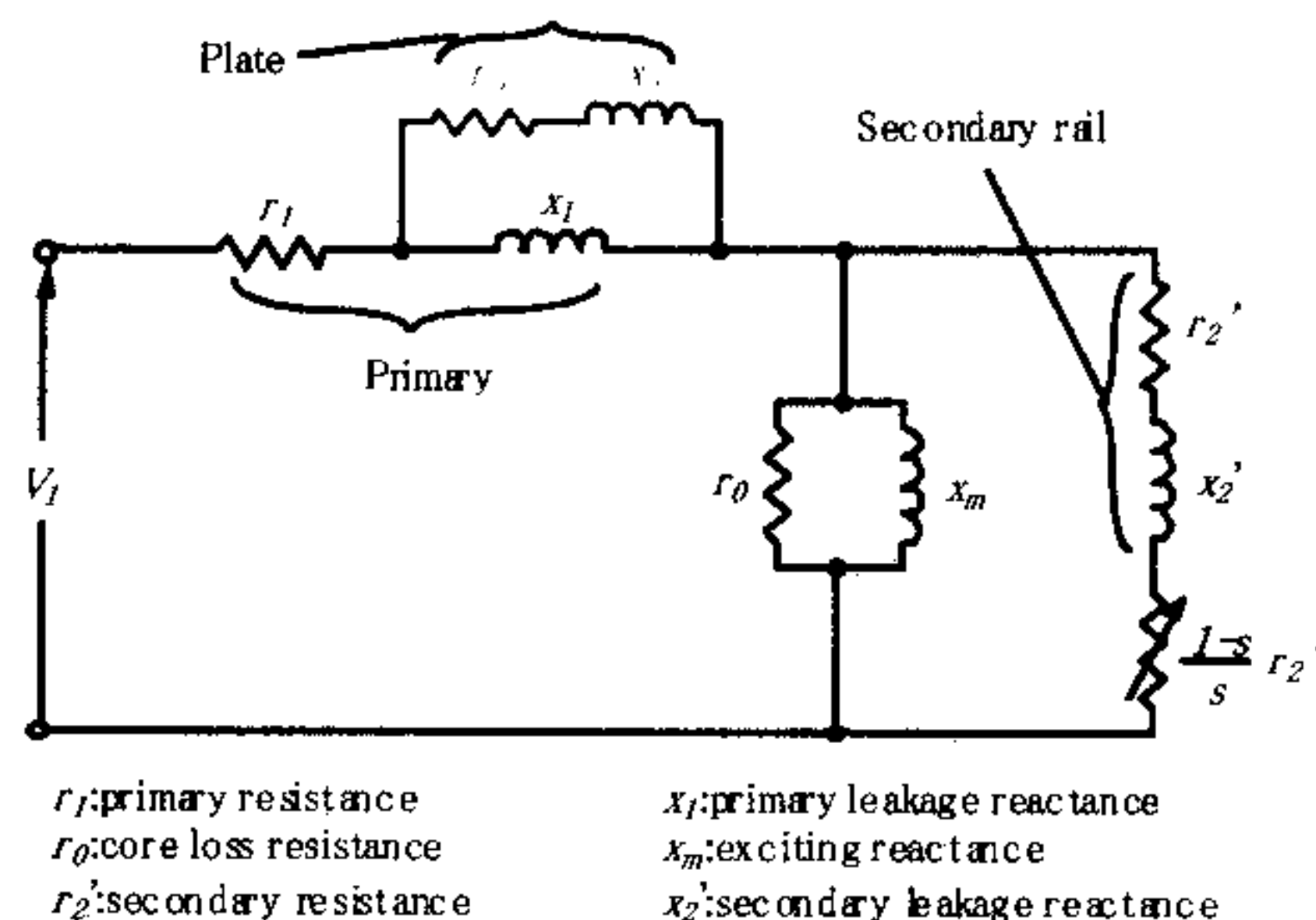


図 3. FCLIM の一相分の等価回路

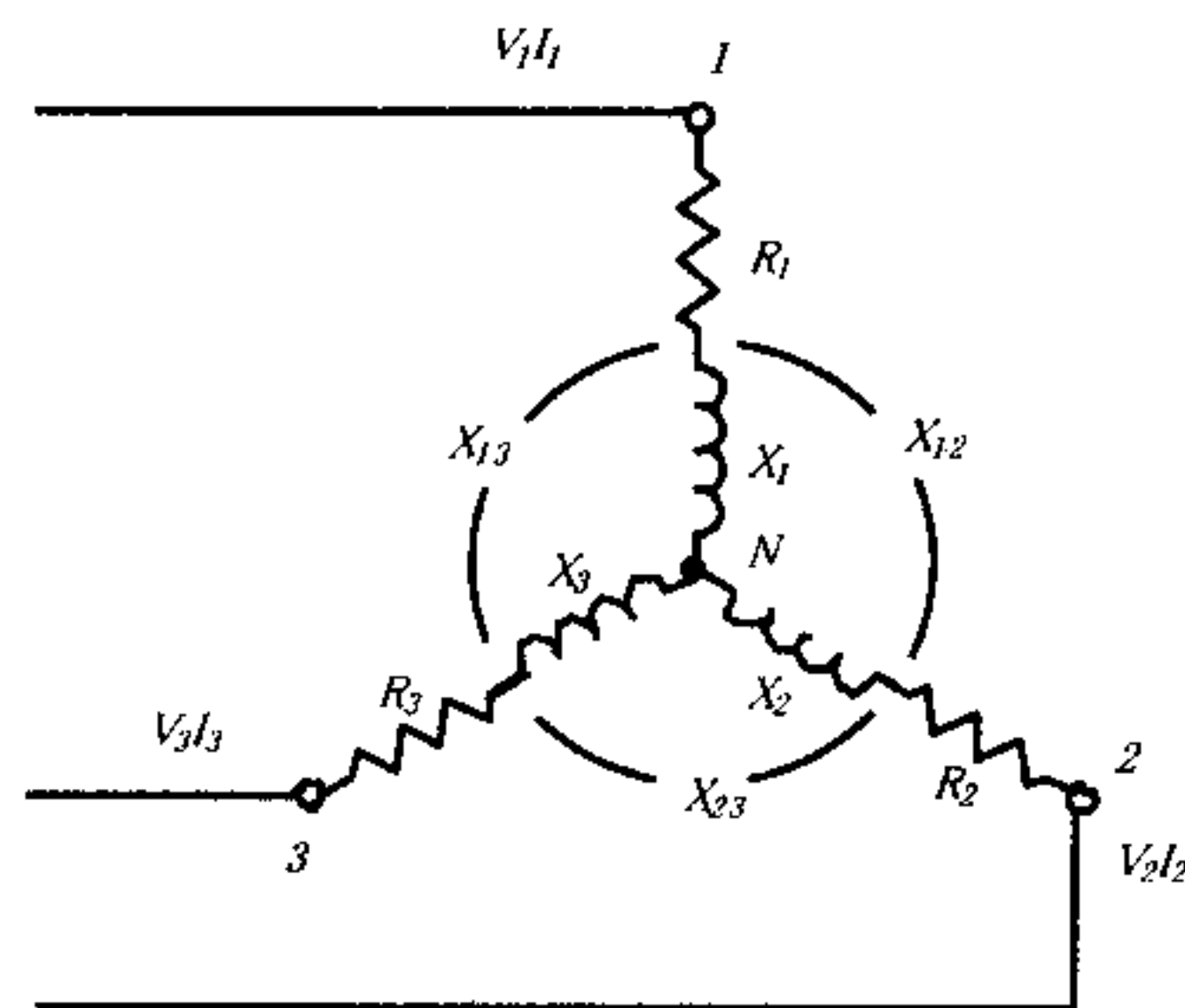


図 4. 三相不平衡等価回路

ここで R_n および X_n は一相分の等価回路の合成抵抗と合成リアクタンス, X_{mn} は各相間の相互リアクタンスである. これらの等価回路パラメータは負荷試験および無負荷試験を行い, 入力端子における電圧, 電流値から求めることができる.

4. 推力特性の測定

三相不平衡等価回路パラメータを導入して, 120Hz における入力皮相電力-静止推力特性を解析した結果を図 5 に示す. 同じ入力皮相電力に対する静止推力は, 従来型 LIM よりも FCLIM のほうが約 38% 増加しており, 磁束収束作用による有効性が確認できる. また, 三相を平衡と仮定した等価回路を用いた計算値と実測値との誤差は約 16% だが, 三相不平衡等価回路を用いた場合の誤差は約 5% であり, より正確な解析を行うことができることが分かる.

5. まとめ

本研究では, FCLIM と従来型 LIM について推力特性を測定し, また三相不平衡等価回路パラメータを用いた特性解析を行うことにより両者の特性を比較した. その結果 FCLIM では, 従来型 LIM よりも一次漏れ磁束が減少するため, 静止推力を増加できた. また三相不平衡等価回路を用いることで精度の高い解析結果を得られた.

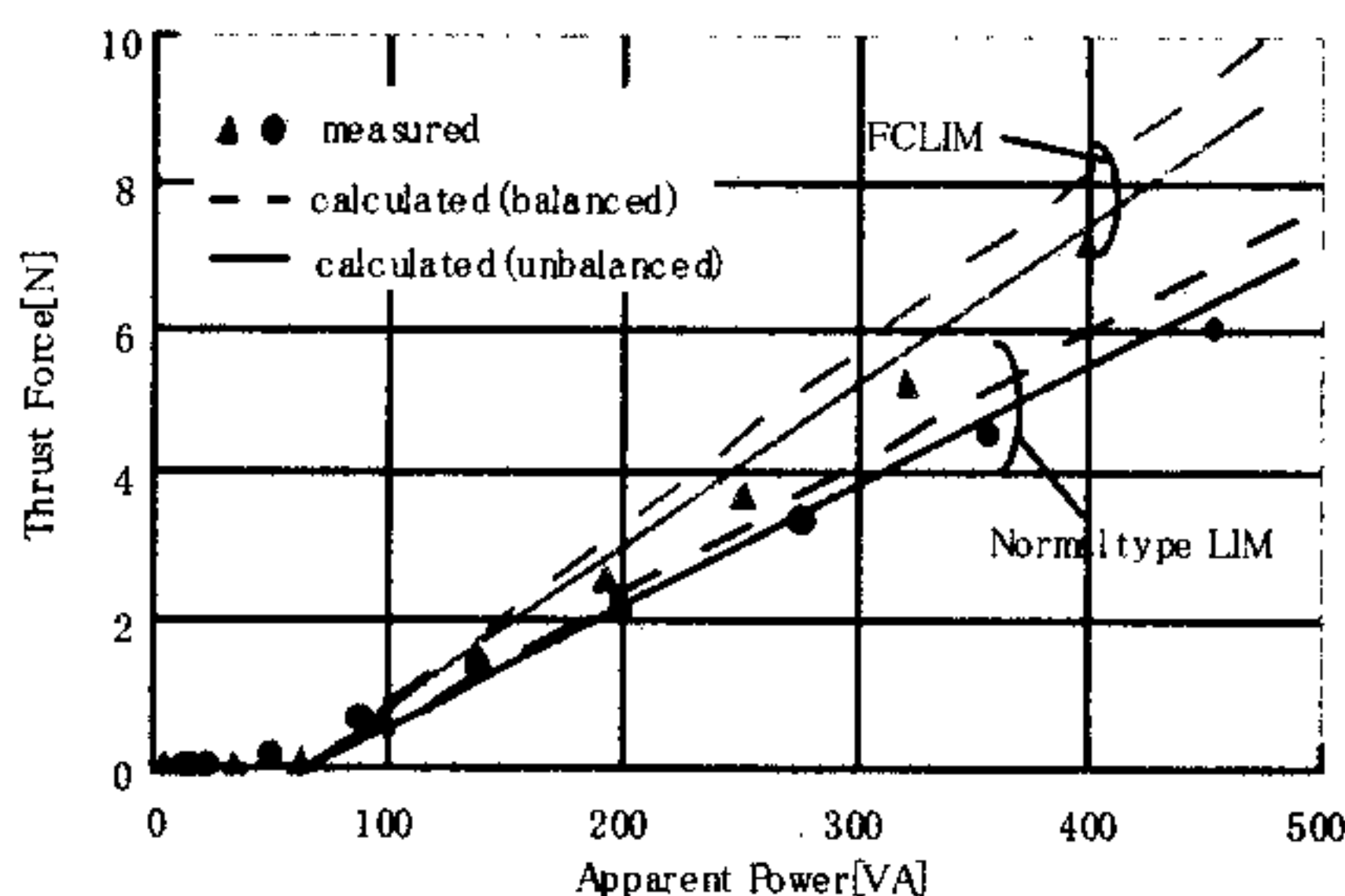


図 5. 入力皮相電力-静止推力特性